

福島第一原子力発電所における燃料デブリ中の核燃料物質定量に関する 候補技術の特性研究（１） -全体概要-

Characterization Study of Candidate Technologies for Nuclear Material Quantification in Fuel Debris at
Fukushima Daiichi Nuclear Power Station (1) -General Outline-

*長谷 竹晃¹、米田 政夫¹、芝 知宙¹、名内 泰志²、相樂 洋³、小菅 義広⁴、
奥村 啓介¹、前田 亮¹、藤 暢輔¹、堀 啓一郎¹
¹原子力機構、²電中研、³東工大、⁴NESI

原子力機構、電中研及び東工大は、福島第一原子力発電所（1F）における燃料デブリ中の核燃料物質定量技術開発のため、候補技術の特性研究を実施している。

キーワード：福島第一原子力発電所、燃料デブリ、核燃料物質定量、非破壊測定

1. 緒言

1Fにおける燃料デブリ中の核燃料物質定量のため、パッシブ中性子法、パッシブ γ 法、アクティブ中性子法、アクティブ γ 法の適用を検討している。燃料デブリは、燃焼度の異なる燃料、構造材、制御棒、コンクリートなどから構成されており、それらの構成比は収納容器毎に変動し、中性子・ γ 線の計測条件が変動すると想定されるため、1つの技術の適用のみでは、正確性・信頼性の確保は困難である。よって、我々は、いくつかの候補技術を組み合わせた統合型測定システムの開発の検討のため、候補技術の特性研究を開始した。本発表では、本研究の手法と現状を紹介する。

2. 本研究の概要

本研究では、①候補技術間の適用性を比較可能とするための燃料デブリ及び収納容器の共通シミュレーションモデル（以下、共通モデル）の開発、②共通モデルを用いた候補技術の適用性（適用範囲や不確かさなど）の評価、③候補技術の適用性評価結果の比較を実施することにより、候補技術の特性を評価している。燃料デブリを対象とした本研究には、大きく2つの難しさが挙げられる。

1つ目は、回収後の燃料デブリの性状が確定していない事である。現状、燃料デブリはどのような形状で取り出され、どのような容器に収納されるかについては、明らかになっていない。このため、我々は、1Fおよび過去に発生したTMI事故などの情報を基に、燃料デブリの性状及び収納容器寸法等を想定することにより、暫定的な共通モデルを開発することとした。今回の検討では、収納容器内の隙間に水を充填した湿式貯蔵、隙間に何も充填しない乾式貯蔵をモデル化した。将来的には、燃料デブリ取り出し方法の検討状況等新たな情報を基に共通モデルを更新する予定である。

2つ目は、燃料デブリの組成の多様性である。燃料デブリの構成物質は多数あり、また、それらの構成比は収納容器毎に大きく変動することが予測されるため、評価すべきパラメータが多数となり、共通モデルの数が増大する。これに効率的に対応するため、本研究を以下の3つのフェーズにて実施することとした

- ▶ フェーズ1：簡易な均一系モデル（収納容器内で燃料デブリと水が均一に混合している状態）とし、標準組成から特定の一つの構成物質の量（燃料、構造材、制御棒など）のみを変動させ、その際の検出器応答を評価することにより、「燃料デブリ組成の変動に起因する不確かさ」を評価する。
- ▶ フェーズ2：燃料デブリを極端な位置（容器内の中心、外側など）に偏在させた不均一系モデルとし、「燃料デブリの偏在に起因する不確かさ」を評価する。
- ▶ フェーズ3：収納容器をセグメント化し、構成物質（燃料デブリ、水など）をランダムに配置した実際の燃料デブリに近いモデルとし、フェーズ1及び2にて特定された測定に有意な影響を与えるパラメータのみを変動させることにより、「実際の測定を模擬した不確かさ」を評価する。

上記の不確かさについては、共通モデルを用いた非破壊測定シミュレーションを行い、得られた中性子またはガンマ線計数率等から評価した候補技術の測定対象（ $\text{Cm}244$ 実効質量、核分裂性物質、Eu-154、U-238等）の解析値とモデルへのインプット値（真値）の相対差を求めることにより、系統誤差として、評価する。フェーズ3の不確かさについては、中性子またはガンマ線計数率等の統計誤差についても考慮し、評価する。

3. 結言

現在、フェーズ1の評価が完了し、候補技術の「燃料デブリ組成の変動に起因する不確かさ」を明らかにした。今後は、「燃料デブリの偏在に起因する不確かさ」の評価（フェーズ2）・「実際の測定を模擬した不確かさ」の評価（フェーズ3）を実施し、これらの結果を比較評価することにより、候補技術の特性を評価する予定である。

* Taketeru NAGATANI¹, Masao KOMEDA¹, Tomooki SHIBA¹, Yasushi NAUCHI², Hiroshi SAGARA³, Yoshihiro KOSUGE⁴, Keisuke OKUMURA¹, Makoto MAEDA¹, Yosuke TOH¹, Keiichiro HORI¹

¹Japan Atomic Energy Agency (JAEA), ²Central Research Institute of Electric Power Industry (CRIEPI), ³Tokyo Institute of Technology (Tokyo Tech), ⁴NESI